

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-59905

(P2001-59905A)

(43) 公開日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 2 B 5/18		G 0 2 B 5/18	
3/08		3/08	
5/30		5/30	
G 1 1 B 7/135		G 1 1 B 7/135	A
			Z
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-180502(P2000-180502)

(22) 出願日 平成12年6月15日(2000.6.15)

(31) 優先権主張番号 特願平11-169261

(32) 優先日 平成11年6月16日(1999.6.16)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-169263

(32) 優先日 平成11年6月16日(1999.6.16)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 中西 秀行

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 高須賀 祥一

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 100090446

弁理士 中島 司朗 (外1名)

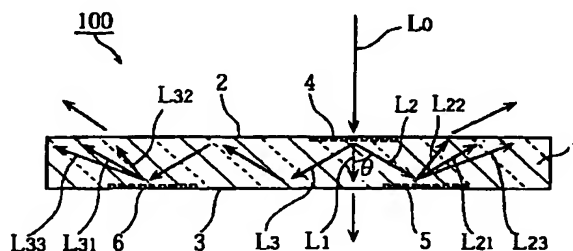
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回折型光学素子および当該回折型光学素子を用いた光ピックアップ

(57) 【要約】

【課題】 回折光学素子バタンのボタンピッチが入射光の波長以下であっても、当該回折光学素子ボタンによる回折光を基板外部に取り出すことができる回折型光学素子を提供する。

【解決手段】 ガラスなどの基板1の主面2の一部に、入射光の波長以下のボタンピッチを有する第1の回折光学素子ボタン4を形成して偏光性を持たせる。一方、基板1の主面3の、当該第1の回折光学素子ボタン4で回折した+1次回折光、-1次回折光がそれぞれ照射する部分に第2の回折光学素子ボタン5、6を設ける。第2の回折光学素子ボタン5、6のそれぞれで回折した-1次回折光L22、L32は、全反射の臨界角より小さな角度となって主面2の境界面に入射し、基板1の外部に取り出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射された光線を回折する回折型光学素子であって、

第1と第2の主面を有し、屈折率が $n$  ( $n > 1$ )の基板と、

前記基板の第1の主面の一部に設けられ、そのボタンピッチが、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n$ よりも大きい第1の回折光学素子ボタンと、前記基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が前記基板内の所定の経路を経て入射する位置に設けられる第2の回折光学素子ボタンとを備えることを特徴とする回折型光学素子。

【請求項2】 前記第1の主面は、前記基板の前記光線が入射する側の主面であることを特徴とする請求項1記載の回折型光学素子。

【請求項3】 前記第1の主面は、前記基板の前記光線が入射する側とは反対側の主面であることを特徴とする請求項1記載の回折型光学素子。

【請求項4】 前記第2の回折光学素子ボタンは、前記基板の第2の主面上であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が、前記基板内で0回を含む偶数回、全反射したのちに入射する位置に設けられることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項5】 前記第2の回折光学素子ボタンは、前記基板の第1の主面上であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が、前記基板内で奇数回、全反射したのちに入射する位置に設けられることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項6】 前記第2の回折光学素子ボタンの設けられる位置は、波長 $\lambda$ の光線が前記第1の回折光学素子ボタンに対して垂直に入射したときに生じる回折光が、所定経路を経て入射する位置であることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項7】 前記回折光は、+1次回折光および-1次回折光の少なくとも一方であることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項8】 前記基板の第1と第2の主面は、互いに平行であることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項9】 前記第2の回折光学素子ボタンが設けられた主面と反対側の主面であって、当該第2の回折光学素子ボタンによる回折光が基板外に出射しようとする位置に当該回折光を基板内部方向に反射させる反射膜が設けられていることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項10】 前記第2の回折光学素子ボタンのボタンピッチは、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n$ よりも大きいことを特徴とする請求項1か

ら8のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項11】 前記第2の回折光学素子ボタンのボタンピッチは、前記第1の回折光学素子ボタンのボタンピッチと同じであることを特徴とする請求項10記載の回折型光学素子。

【請求項12】 前記第2の回折光学素子ボタンの各溝の、前記入射光の主光線と前記回折光の主光線を含む平面における断面形状には、斜辺部分が含まれ、当該斜辺部分に前記回折光が入射することを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項13】 前記第2の回折光学素子ボタンの各溝の、前記入射光の主光線と前記回折光の主光線を含む平面における断面形状は、ほぼ直角三角形であることを特徴とする請求項12に記載の回折型光学素子。

【請求項14】 入射光が第1の回折光学素子ボタンに対して垂直に入射する場合において、前記回折光の回折角を $\theta$ 、前記斜辺部分の前記入射光に直交する方向に対する傾斜角を $\theta_b$ とし、当該基板における全反射の臨界角を $\theta_t$ とすると、 $(\theta - \theta_b) < \theta_t$ の式を満足するように傾斜角 $\theta_b$ の大きさが設定されることを特徴とする請求項12または13に記載の回折型光学素子。

【請求項15】 前記第2の回折光学素子ボタンは、それが設けられて主面と平行な面における形状が曲線となる複数の溝群で構成されることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の回折型光学素子。

【請求項16】 光記録媒体に記録された情報を光学的に読み取る光ピックアップであって、レーザ光を出射する光源を含み、前記光記録媒体の情報記録面に前記レーザ光を収束させて照射するレーザ光照射手段と、

前記レーザ光の前記情報記録面からの反射光を第1の偏光光と、当該第1の偏光光と偏光方向の異なる第2の偏光光に分離する偏光ビームスプリッタと、前記第1の偏光光と第2の偏光光をそれぞれ受光して電気信号に変換する光電変換手段とを備え、

前記第1の偏光ビームスプリッタは、第1と第2の主面を有し、屈折率が $n$  ( $n > 1$ )の第1の基板と、

前記第1の基板の第1の主面の一部に設けられ、そのボタンピッチが、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n$ よりも大きい第1の回折光学素子ボタンと、

前記第1の基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が前記第1の基板内の所定の経路を経て入射する位置に設けられる第2の回折光学素子ボタンと、を備えることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項17】 前記光源から前記光記録媒体の情報記録面に至る光路中に、前記レーザ光照射手段の光源から出射されたレーザ光を透過させると共に、前記情報記録

面からの反射光を、前記第1の偏光ビームスプリッタ方向に進路変更させる第2の偏光ビームスプリッタをさらに備え、

前記第2の偏光ビームスプリッタは、

第1と第2の主面を有し、屈折率が $n'$  ( $n' > 1$ ) の第2の基板と、

前記第2の基板の第1の主面の一部に設けられ、そのボタンピッチが、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n'$  よりも大きい第3の回折光学素子ボタンと、

前記第2の基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が前記第2の基板内の所定の経路を経て入射する位置に設けられる第4の回折光学素子ボタンとを備えることを特徴とする請求項16に記載の光ピックアップ。

【請求項18】 前記第2の基板は、前記第1の基板と共通であって、前記第1の回折光学素子ボタンは、前記第1の基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第4の回折光学素子ボタンによる回折光が入射する位置に設けられていることを特徴とする請求項17に記載の光ピックアップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光情報処理機器や光通信機器などの分野で用いられる回折型光学素子に関し、特に偏光性を備えた回折型光学素子に関する。また、本発明は、当該回折型光学素子を用いた光ピックアップに関する。

【0002】

【従来の技術】図20は、従来の回折型光学素子200の構成を示す断面図である。なお、同図における矢印は、光線の進行方向を表している（以下の図面についても同様。）。当該図20に示すように、回折型光学素子200は、透明な平板ガラスからなる基板201の主面202上に、回折光学素子ボタン203を形成して構成される。単色の入射光L0が、主面202側から垂直に回折光学素子ボタン203に入射すると、回折光学素子ボタン203で透過回折が生じ、基板201内部において0次回折光L1とこれと回折角 $\theta_1$ をなして進行する+1次回折光L2と-1次回折光L3が発生する。

【0003】ここで、入射光L0の波長を $\lambda$ 、基板201の屈折率を $n$  ( $n > 1$ )、回折光学素子ボタン203のボタンピッチを $\Lambda$ とすると、上記回折角 $\theta_1$ の値は、次に示す公知の式1によって容易に求めることができる。

$$\theta_1 = \sin^{-1} \{ (\lambda/n) / \Lambda \} \cdots \text{(式1)}$$

このようにして求められた回折角 $\theta_1$ は、通常は、基板面（より正確には、基板の主面における境界面）における全反射の臨界角より小さいので、0次回折光L1、+1次回折光L2および-1次回折光L3は、それぞれ基板

201を透過して反対側の主面204から外部へ出射される。

【0004】また、図21に示す回折光学素子210のように、基板211の、入射光L0が入射する主面212と反対側の主面214に回折光学素子ボタン213を形成する場合においても、0次回折光L1と次の式2で求められる回折角 $\theta_2$ で基板外方向に+1次回折光L2、-1次回折光L3が発生し、それら0次回折光L1、+1次回折光L2および-1次回折光L3は、それぞれ基板211を透過して、外部へ出射される。

【0005】

$$\theta_2 = \sin^{-1} (\lambda/\Lambda) \cdots \text{(式2)}$$

上記のような構成を有する回折型光学素子においては、一般に、回折光学素子ボタンのボタンピッチ $\Lambda$ を狭くすると偏光性が発生することが知られており、新たな光学素子として大きく期待されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、回折光学素子ボタンのボタンピッチ $\Lambda$ が入射光の波長 $\lambda$ 以下になった場合には、上記式1、式2からも明らかなように回折角も大きくなり、その回折光が基板外部に取り出せないという不都合が生じる。図22は、図20において回折光学素子ボタンのボタンピッチを小さくしたときの回折光の進路を示す図である。同図に示すように回折型光学素子300の主面302に、入射光L0の波長 $\lambda$ 以下のボタンピッチを有する回折光学素子ボタン303が設けられており、この回折光学素子ボタン303により、+1次回折光L2、-1次回折光L3は、図20における回折角 $\theta_1$ よりも大きな回折角 $\theta_3$ で進むが、回折角 $\theta_3$ が全反射条件を満たしているため、主面304の境界面において全反射する。以後、この反射光が入射する全ての境界面において全反射が繰り返され、基板301外部に回折光が取り出せない。

【0007】同様に図21においても、回折光学素子ボタンのピッチ $\Lambda$ を入射光の波長 $\lambda$ より小さくすると回折光を外部に取り出せないという問題が生ずる。すなわち、図23の回折光学素子310に示すように、基板311の主面314側に形成された回折光学素子ボタン313に入射した入射光L0は、0次回折光L1、+1次回折光L2、-1次回折光L3が生じるが、0次回折光L1は、主面314から出射するものの、+1次回折光L2および-1次回折光L3の回折光は、透過回折条件が成立せず、 $\theta_4 = \sin^{-1} \{ (\lambda/n) / \Lambda \}$  (式3)で求められる回折角 $\theta_4$ で反射回折光として再び基板内部に進行し、主面312、314の境界面で全反射を繰り返し、当該回折光を基板外部に取り出すことができない。

【0008】このように、せっかく、回折光学素子ボタンに偏光性を持たせても、基板外部に当該回折光を取り出せないのでは、光学素子としての有用性が乏しい。一

方、光磁気ディスクの再生装置において用いられている光ピックアップは、当該光磁気ディスクの情報記録面にレーザ光を照射し、その戻り光をプリズム状の偏光ビームスプリッタで分離して記録情報を読み出し、あるいは、フォーカス誤差信号やトラッキング誤差信号などのサーボ信号を得るように構成されるが、当該プリズム形状の偏光ビームスプリッタは比較的体積が大きいので、光ピックアップの小型化が困難であるという問題がある。

【0009】本発明は、上述の問題を解決するためになされたもので、回折光学素子バタンのボタンピッチが入射光の波長以下であっても、当該回折光学素子バタンの回折光を基板外部に取り出すことができる回折型光学素子を提供することを第1の目的とする。また、本発明は、このような回折型光学素子を利用することによって、より小型の光ピックアップを提供することを第2の目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するための本発明に係る回折型光学素子は、入射された光線を回折する回折型光学素子であって、第1と第2の主面を有し、屈折率が $n$  ( $n > 1$ ) の基板と、前記基板の第1の主面の一部に設けられ、そのボタンピッチが、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n$ よりも大きい第1の回折光学素子ボタンと、前記基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が前記基板内の所定の経路を経て入射する位置に設けられる第2の回折光学素子ボタンとを備えることを特徴としている。

【0011】この構成により、入射光の波長よりも小さなボタンピッチを有する第1の回折光学素子ボタンに光線が入射し、その反射回折光もしくは透過回折光の回折角が大きくなって基板の主面との境界面における全反射条件を満たしたとしても、当該回折光を第2の回折光学素子ボタンに入射させて回折させることによって、基板の主面との境界面への入射角をより小さくすることができ、当該回折光を基板外部に取り出すことができる。

【0012】ここで、前記第1の主面は、前記基板の前記光線が入射する側の主面でもよいし、前記基板の前記光線が入射する側とは反対側の主面でもよい。また、上記第2の回折光学素子ボタンは、前記基板の第2の主面上であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が、前記基板内で0回を含む偶数回、全反射したのちに入射する位置に設けられるようにしてもよい。

【0013】さらに、また、上記第2の回折光学素子ボタンは、前記基板の第1の主面上であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が、前記基板内で奇数回、全反射したのちに入射する位置に設けるようにしてもよい。ここで、上記第2の回折光学素子バタンの設けられる位置は、波長 $\lambda$ の光線が前記第1の回折光学素子

ボタンに対して垂直に入射したときに生じる回折光が、所定経路を経て入射する位置とされるのが望ましい。

【0014】また、本発明は、前記回折光が、+1次回折光および-1次回折光の少なくとも一方であることを特徴とする。さらに、前記基板の第1と第2の主面は、互いに平行となっている。また、本発明は、上記第2の回折光学素子ボタンが設けられた主面と反対側の主面であって、当該第2の回折光学素子ボタンによる回折光が基板外に出射しようとする位置に当該回折光を基板内部方向に反射させる反射膜が設けられていることを特徴とする。

【0015】この構成により、反射膜が設けられた基板主面とは反対側の主面より当該回折光を基板外部へ取り出すことができる。また、本発明は、上記第2の回折光学素子バタンのボタンピッチが、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n$ よりも大きくなるようにしてもよく、さらには、当該第2の回折光学素子バタンのボタンピッチを、前記第1の回折光学素子バタンのボタンピッチと同じにしてもよい。

【0016】この構成により、第1の回折光学素子ボタンにおける回折光を、入射光の主光線の方と平行な方向に取り出すことができる。また、本発明は、前記第2の回折光学素子バタンの各溝の、前記入射光の主光線と前記回折光の主光線を含む平面における断面形状には、斜辺部分が含まれ、当該斜辺部分に前記回折光が入射するようにしてもよい。

【0017】この構成により、第1の回折光学素子ボタンにおける回折光が、第2の回折光学素子バタンの各溝における斜辺部分に入射した場合に、当該境界面における入射角が実質的に小さくなるため、全反射の臨界角を下回らせることができ、第2の回折光学素子ボタンで直接透過回折させて回折光を基板外部に取り出すこと可能となる。

【0018】ここで、前記第2の回折光学素子バタンの各溝の、前記入射光の主光線と前記回折光の主光線を含む平面における断面形状を、ほぼ直角三角形となるようにしてもよい。また、入射光が第1の回折光学素子ボタンに対して垂直に入射する場合において、前記回折光の回折角を $\theta$ 、前記斜辺部分の前記入射光に直交する方向に対する傾斜角を $\theta_b$ 、当該基板における全反射の臨界角を $\theta_t$ とし、 $(\theta - \theta_b) < \theta_t$ の式を満足するように傾斜角 $\theta_b$ の大きさを設定することにより、上記回折光を第2の回折光学素子ボタンにおいて確実に透過回折させて基板外部に取り出すことができる。

【0019】また、本発明は、前記第2の回折光学素子ボタンは、それが設けられてる主面と平行な面における形状が曲線となる複数の溝群で構成されることを特徴とする。この構成により、第2の回折光学素子ボタンがレンズ機能を有することになるので、第2の回折光学素子ボタンで回折された回折光の波面を制御して光束を平

行、発散あるいは収束させた状態で、基板外部に取り出すことができる。

【0020】また、上記第2の目的を達成するため、本発明に係る光ピックアップは、光記録媒体に記録された情報を光学的に読み取る光ピックアップであって、レーザ光を出射する光源を含み、前記光記録媒体の情報記録面に前記レーザ光を収束させて照射するレーザ光照射手段と、前記レーザ光の前記情報記録面からの反射光を第1の偏光光と、当該第1の偏光光と偏光方向の異なる第2の偏光光に分離する偏光ビームスプリッタと、前記第1の偏光光と第2の偏光光をそれぞれ受光して電気信号に変換する光電変換手段とを備え、前記第1の偏光ビームスプリッタは、第1と第2の主面を有し、屈折率が $n$  ( $n > 1$ )の第1の基板と、前記第1の基板の第1の主面の一部に設けられ、そのボタンピッチが、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n$ よりも大きい第1の回折光学素子ボタンと、前記第1の基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が前記第1の基板内の所定の経路を経て入射する位置に設けられる第2の回折光学素子ボタンとを備えることを特徴としている。

【0021】この構成により、従来の光ピックアップで大きなスペースを占めていたプリズム状の偏光ビームスプリッタに代えて、本発明に係る比較的小型の回折型光学素子を用いることができ、光ピックアップ全体の小型化が可能となる。さらに、本発明に係る光ピックアップは、前記光源から前記光記録媒体の情報記録面に至る光路中に、前記レーザ光照射手段の光源から出射されたレーザ光を透過させると共に、前記情報記録面からの反射光を、前記第1の偏光ビームスプリッタ方向に進路変更させる第2の偏光ビームスプリッタをさらに備えており、当該第2の偏光ビームスプリッタが、第1と第2の主面を有し、屈折率が $n'$  ( $n' > 1$ )の第2の基板と、前記第2の基板の第1の主面の一部に設けられ、そのボタンピッチが、前記入射された光線の波長 $\lambda$ 以下であり、かつ、 $\lambda/n'$ よりも大きい第3の回折光学素子ボタンと、前記第2の基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第1の回折光学素子ボタンによる回折光が前記第2の基板内の所定の経路を経て入射する位置に設けられる第4の回折光学素子ボタンとを備えることを特徴とする。

【0022】これにより情報記録面からの戻り光の分離用の偏光ビームスプリッタとしても、本発明の小型の回折型光学素子を使用することができ、さらに小型化が可能となる。また、さらに本発明に係る光ピックアップは、前記第2の基板が、前記第1の基板と共通であって、前記第1の回折光学素子ボタンは、前記第1の基板の第1と第2の主面の一方の主面であって、前記第4の回折光学素子による回折光が入射する位置に設けられていることを特徴とする。このようにすることにより一つ

の基板の上に2つの偏光ビームスプリッタを形成することができ、光ピックアップの一層の小型化が図れる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面に基づき説明する。なお、本発明に係る回折型光学素子は、大きく分けて、入射光が回折光学素子ボタンを透過回折することにより偏光されるタイプ（以下、「透過偏光型」という。）と、入射光が回折光学素子ボタンで反射回折することにより偏光されるタイプ（以下、「反射偏光型」という。）の2種類に分類することができる。

【0024】本明細書では、まず、透過偏光型の回折型光学素子について実施の形態1～4により説明し、その後、反射偏光型の回折型光学素子について実施の形態5～8により説明する。また、本発明に係る回折型光学素子を利用した光ピックアップの構成について実施の形態9～10で説明する。

（実施の形態1）図1は、本発明の実施の形態1に係る透過偏光型の回折型光学素子100の形状を示す外観斜視図である。

【0025】同図に示すように、当該回折型光学素子100は、ガラスなどの透明材料からなる基板1の主面2上に第1の回折光学素子ボタン4を形成すると共に、その裏面の主面3上に第2の回折光学素子ボタン5、6を形成してなる。第1の回折光学素子ボタン4および第2の回折光学素子ボタン5、6はそれぞれスリット形状であり、第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチは、入射光の波長 $\lambda$ 以下であって、その溝の断面形状は矩形に形成されている。このような微小ピッチのボタンは、ドライエッチング、例えば、塩素ガスを使用した反応性イオンビームエッチングにより形成できる。なお、このように微小なボタンピッチを有する回折光学素子ボタンは、上述のように偏光性を有するので、以下では「偏光用」の回折光学素子ボタンともいう。

【0026】なお、回折角 $\theta$ が $90^\circ$ 以上となることはあり得ないから、上記式1より、 $\{(\lambda/n)/\Lambda\} < 1$ でなければならない。これより $(\lambda/n) < \Lambda$ となり、結局、偏光用の回折光学素子ボタンのボタンピッチ $\Lambda$ は、基板1の屈折率を $n$  ( $n > 1$ )としたときに、 $\lambda/n < \Lambda \leq \lambda$ の不等式を満たす範囲内に限られることになる。

【0027】一方、主面3側に形成される第2の回折光学素子ボタン5、6は、波長 $\lambda$ より大きなボタンピッチを有しており、これらの溝の断面形状も矩形に形成される。当該第2の回折光学素子ボタン5、6は、上記イオンビームエッチングのほか、プラズマエッチングなどによっても形成できる。これらの第2の回折光学素子ボタン5、6は、次に説明するように第1の回折光学素子ボタン4における特定の回折光の進行方向を変えて、当該回折光を基板1から外部に取り出すことを可能ならしめ

るものであり、以下では、「回折光取出し用」の回折光学素子ボタンという場合がある。

【0028】図2は、上記回折型光学素子100に入射した光の進路と、各回折光学素子ボタン4、5、6の位置関係を示す図であり、図1における回折型光学素子100の幅方向中央における垂直縦断面図で示してある。また、各回折光学素子ボタンでの回折により実際には多数の回折光が発生するが、以下では、便宜上その中でも光強度の大きな0次回折光、+1次回折光、-1次回折光の進路しか示さないことにする。

【0029】当該図2に示すように、波長 $\lambda$ の入射光L0が、基板1の主面2に対して垂直な方向から偏光用の第1の回折光学素子ボタン4に入射すると、0次回折光L1がそのまま基板1を透過すると共に、+1次回折光L2、-1次回折光L3が、当該0次回折光L1に対してそれぞれ式1で求まる回折角 $\theta$ をなす方向に進行する。

【0030】第2の回折光学素子ボタン5は、基板1の主面3上であって、上記+1次回折光L2が最初に入射する位置に形成されており、これにより+1次回折光L2が反射回折されて、さらに0次回折光L21、-1次回折光L22、+1次回折光L23が生じる。この中でも-1次回折光L22の、主面2の境界面への入射角は、 $\theta$ より小さくなり全反射条件を満たさなくなるので、そのまま基板1の主面2側から外に出射させることができる。

【0031】一方、第2の回折光学素子ボタン6は、基板1の主面3上であって、第1の回折光学素子ボタン4での-1次回折光L3が主面2の境界面で全反射した後に入射する位置に設けられており、ここで反射回折されて、さらに0次回折光L31、-1次回折光L32、+1次回折光L33を生じる。この中でも-1次回折光L32の、主面2の境界面への入射角は、 $\theta$ より小さくなり全反射条件を満たさなくなるので、そのまま基板1の主面2側から外に出射させることができる。

【0032】ここで、具体的に、基板1の屈折率を2.0とし、入射光L0の波長 $\lambda$ を800nm、第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチを700nm、第2の回折光学素子ボタン5、6のボタンピッチを2 $\mu$ mとすると、入射光L0が基板1の主面2に対して略垂直方向から入射した場合、基板1内部での1次回折角 $\theta$ は、上述の式1から計算して34.85度となる。

【0033】従来の回折型光学素子の構成(図2参照)では、第1の回折光学素子ボタン4で入射光L0は、0次回折光L1と+1次回折光L2および-1次回折光L3に回折され、+1次回折光L2と-1次回折光L3の回折角は、全反射条件(屈折率2の基板の場合30度以上)を満たしているため、第2の回折光学素子ボタン5、6がない場合、基板1外部に回折光を取り出すことができない。

【0034】しかし、第1の回折光学素子ボタン4で回折した1次回折光が入射される基板1の主面3に回折光

取出し用の第2の回折光学素子ボタン5、6を設けることにより、基板1外に回折光を取り出すことができる。すなわち、第2の回折光学素子ボタン5、6で、+1次回折光L2、-1次回折光L3は、それぞれ0次回折光L21、L31と-1次回折光L22、L32および+1次回折光L23、L33に回折され、0次回折光L21、L31の出射角は、入射角の34.85度と変わらないが、-1次回折光L22、L32の出射角は、回折の効果により、+1次回折光L2、-1次回折光L3の第2の回折光学素子ボタン5、6への入射角(34.85度)よりも小さい21.80度となり、また、+1次回折光L23の出射角は、回折の効果により+1次回折光L2の第2の回折光学素子ボタン6への入射角(34.85度)よりも大きい50.48度となる。

【0035】これにより、第2の回折光学素子ボタン5、6における-1次回折光L22、-1次回折光L32は、臨界角以内に抑制できるため、主面2を透過して外部に取り出すことができるようになる。上述したように第1の回折光学素子ボタン4は、偏光性を有するので、0次回折光L1と、+1次回折光L2、-1次回折光L3とはその偏光方向が異なり、結果として、0次回折光L1と、これと偏光方向の異なる-1次回折光L22、L32を基板1から取り出すことができ、偏光ビームスプリッタとして機能させることが可能となる。

【0036】なお、第2の回折光学素子ボタン5、6を形成する位置は、基板1内でさらに多く全反射した後の光線が入射する位置に設けても同様な効果が得られるが、全反射を繰り返す度に、光強度が何%が減衰すると共に、その波面も乱れる傾向にあるので、全反射の回数

はできるだけ少ない方が望ましい。このことは他の実施の形態においても同様である。

【0037】図3(a)、(b)は、上記図2の回折型光学素子100の変形例を示す図である。図3(a)に示す回折型光学素子では、第2の回折光学素子ボタン5で回折した-1次回折光L22が入射される基板1の主面2の位置に金属や多層誘電体からなる反射膜7を、例えばスパッタリングなどにより形成してなる。これにより、第2の回折光学素子ボタン5での-1次回折光L22は、反射膜7で反射されて主面3側から外部へ取り出すことが可能となり、回折型光学素子を組み込む装置における設計の自由度を増すことができる。もちろん、主面2の、第2の回折光学素子ボタン6による-1次回折光L32の入射する位置にも反射膜を設けても構わない。

【0038】一方、第2の回折光学素子ボタン5、6のボタンピッチを第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチと同じピッチとすると、図3(b)に示すように、各第2の回折光学素子ボタン5、6における-1次回折光L22、L32は、第1の回折光学素子ボタン4での回折角 $\theta$ と同じだけ回折効果を与えるため、基板1の主面2に対して垂直方向に出射することとなり、入射光L0の



主光線の方向と平行な方向に取り出すことができ、光学的に扱いやすい素子が得られる。

【0039】(実施の形態2)図4に、本発明の実施の形態2に係る回折型光学素子110の構成を示す。実施の形態1の場合と異なり、第1の回折光学素子ボタン4と第2の回折光学素子ボタン5、6が同じ第1の主面2上に設けられている。なお、以下の実施の形態においては、図2と符号が等しいものは、同じ構成を示すため、詳細な説明は省略することにする。

【0040】図4に示すように回折型光学素子110は、基板1の主面2側に偏光用の第1の回折光学素子ボタン4が設けられ、同じく基板1の主面2側の、第1の回折光学素子ボタン4で回折した回折光が基板面で1回もしくは3回全反射して入射する部分に、回折光取出し用の第2の回折光学素子ボタン5、6が設けられて構成される。

【0041】具体的に、基板1の屈折率を2とし、入射光L0の波長を800nm、第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチを700nm、第2の回折光学素子ボタン5、6のボタンピッチを2 $\mu$ mとして、入射光L0が基板1の主面2に対して略垂直方向から入射した場合、基板1内部での1次回折角 $\theta$ は34.85度となる。そして、第1の回折光学素子ボタン4で入射光L0は、0次回折光L1と+1次回折光L2および-1次回折光L3に回折されるが、+1次回折光L2と-1次回折光L3の回折角は、全反射条件(屈折率2の基板の場合30度以上)を満たしており、第2の回折光学素子ボタン5、6がない場合、基板1外部に回折光を取り出すことができない。

【0042】ところが、第1の回折光学素子ボタン4で回折した回折光が主面3の境界面で反射した後、入射される主面2の位置に第2の回折光学素子ボタン5を設けることにより、+1次回折光L2はさらに0次回折光L21と+1次回折光L23および-1次回折光L22に分岐され、0次回折光L21の出射角は入射角の34.85度と変わらないが、-1次回折光L22の出射角は回折の効果により+1次回折光L2の第2の回折光学素子ボタン6への入射角(34.85度)よりも小さい21.80度となり、また+1次回折光L23の出射角は回折の効果により+1次回折光L2の第2の回折光学素子ボタン5への入射角(34.85度)よりも大きい50.48度となる。これにより、第2の回折光学素子ボタン5における-1次回折光L22は全反射における臨界角以内に抑制できるため、その進行方向における主面3側で外部に取り出すことができるようになる。

【0043】同様に、-1次回折光L3は、基板1内で3回全反射した後、第2の回折光学素子ボタン6に入射して0次回折光L31、-1次回折光L32、+1次回折光L33となり、-1次回折光L32が全反射条件を満たさなくなり主面3から外部に取り出される。なお、基板1内

で回折光を全反射させる回数は、奇数回であれば、5回以上であってもよく、それに応じて回折光学素子ボタンを設ける位置が第1の回折光学素子ボタン4よりも遠くなる。

【0044】このように、第2の回折光学素子ボタン5、第2の回折光学素子ボタン6を主面2の適当な位置に設けることにより、基板1内部で奇数回反射した1次回折光を、0次回折光L1と同じ側から取り出すことが可能となる。また、図5(a)に示すように、第2の回折光学素子ボタン5で回折した-1次回折光L22が入射される基板1の主面3の位置に金属や多層誘電体からなる反射膜8を設けることにより、第2の回折光学素子ボタン5での-1次回折光L22は反射膜8で反射されて主面2側から外部へ取り出すことができる。

【0045】さらに、図5(b)に示すように、入射光L0を基板1の主面2に垂直方向から入射し、第2の回折光学素子ボタン5、6のボタンピッチを第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチと同じピッチとすれば、第2の回折光学素子ボタン5、6における-1次回折光L22、L32は、第1の回折光学素子ボタン4での回折角 $\theta$ と同じだけ回折効果を与えられるため基板1の主面3に対して垂直方向に出射することとなり、入射光L0の主光線の方向と平行な方向に取り出すことができ、光学的に扱いやすい素子が得られる。

【0046】(実施の形態3)図6は、本発明の実施の形態3に係る回折型光学素子120の構成を示す断面図である。同図に示すようにこの回折型光学素子120は、主面2側に偏光用の第1の回折光学素子ボタン4が設けられ、基板1の主面3側の、第1の回折光学素子ボタン4で回折した回折光が直接あるいは基板面で2回全反射して入射する部分に、それぞれ各溝部の断面が三角形となり全体で三角凹部形状群(以下、「鋸歯形状」という。)からなる、回折光取出し用の第2の回折光学素子ボタン9、10が設けられている。

【0047】図7は、第2の回折光学素子ボタン10の一つの溝を拡大した図であって、同図に示すように主面3に対して $\theta_b$ の傾斜角を有する斜面部11が、丁度入射する回折光に対して背を向けるようにして溝が形成されている。ここで、例えば、基板1の屈折率を2とし、入射光L0の波長を800nm、第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチを700nmとし、入射光L0が基板1の主面2に対して略垂直方向から入射した場合、基板1内部での1次回折角 $\theta$ は34.85度となり、第1の回折光学素子ボタン4で入射光L0は0次回折光L1と+1次回折光L2および-1次回折光L3に回折され、+1次回折光L2と-1次回折光L3の回折角は全反射条件(屈折率2の基板の場合30度以上)を満たしているため、第2の回折光学素子ボタン9、10がない場合には基板1内部で全反射を繰り返す、基板1外部に回折光を取り出すことができない。

【0048】しかし、第2の回折光学素子ボタン9、10の断面が上述のように鋸歯形状であり、各三角凹部が傾斜角 $\theta b$ となる斜面部11を有することにより、当該斜面部11の境界面に入射する回折光に対する入射角は $(\theta - \theta b)$ となる。上述の通り、回折角 $\theta$ は、 $34.85^\circ$ であり、全反射の臨界角は $30^\circ$ なので、当該傾斜角 $\theta b$ を $4.85$ 度よりも大きい値とすることにより全反射の臨界角以内に抑えることができる。

【0049】このようにすることにより、図6に示すように第1の回折光学素子ボタン4の+1次回折光L2および-1次回折光L3が第2の回折光学素子ボタン9、10のそれぞれで回折した回折光L21~L23および回折光L31~L33を全て基板1外部に取り出すことが可能となり、光量の損失を他の実施の形態に比べて少なくすることができる。

【0050】なお、この鋸歯形状のボタンを有する第2の回折光学素子ボタン9、10を基板1の主面2もしくは主面3側の、第1の回折光学素子ボタン4で回折した回折光が基板主面の境界面において2回以上反射して入射する部分に設けても同様に外部に取り出すことができるのは言うまでもない。また、第2の回折光学素子ボタン9、10の各溝の断面形状は、図7に示すように直角三角形形状である必要は必ずしもなく、少なくとも第1の回折光学素子ボタン4からの回折光が入射する部分に斜面部11がありさえすれば、回折光を直接、基板外部に取り出せるという効果が得られる。

【0051】また、必ずしも第2の回折光学素子ボタン9、10が設けられている主面が、偏光用の回折光学素子ボタンが設けられている主面に平行であるとは限らないので、図6のように入射光L0が基板1に垂直に入射する場合には、第2の回折光学素子ボタン9、10の各溝の斜面部11は、入射光L0の入射方向に直交する方向に対して上記 $\theta b$ だけ傾斜するようにすればよい。

【0052】(実施の形態4) 図8(a)は、本発明の実施の形態4に係る回折型光学素子130の構成を示す縦断面図であり、図8(b)は、当該回折型光学素子130の平面図である。この実施の形態4においては、回折光取出し用の第2の回折光学素子ボタンにレンズ機能を持たせている点に特徴がある。

【0053】図8(a)に示すように、基板1の主面2側に偏光用の第1の回折光学素子ボタン4が設けられ、その+1次回折光L2が、主面3の境界面で1回反射して入射する部分にレンズ機能を有する第2の回折光学素子ボタン12が設けられている。第2の回折光学素子ボタン12は、図8(b)の平面図に示すように、あさり貝殻状模様を示す曲線状群からなり、本例においては、収束光に対してコリメータレンズの作用を有するように設計されている。

【0054】すなわち、図8(a)に示すように、入射光L0が収束光である場合、第1の回折光学素子ボタン

4で回折した+1次回折光L2も収束光となって、主面3の境界面で1回全反射した後、第2の回折光学素子ボタン12に入射する。ここで、第2の回折光学素子ボタン12は、上述のようにコリメータレンズの作用を有しており、第1の回折光学素子ボタン4での+1次回折光L2の、当該第2の回折光学素子ボタン12における-1次回折光L22が平行光となるように、当該第2の回折光学素子ボタン12のボタン形状およびボタンピッチが設定されている。

【0055】一般に、回折光学素子ボタンを曲線状群とすることにより所定のレンズ効果をもたせることは公知であり、その凹部の形状やボタンピッチを所定の値に設定することにより、第2の回折光学素子ボタン12に、凹レンズや凸レンズ等の各種効果を持たせることができ、上記平行光束のほか、発散光束および収束光束等の所望の波面を有する光ビームを取り出すことが可能となる。

【0056】なお、この曲線形状群からなるボタンを有する第2の回折光学素子ボタン16を基板1の主面2もしくは主面3の、第1の回折光学素子ボタン4で反射回折した回折光が直接あるいは基板内で2回以上反射して入射する位置に設けても同様の効果が得られるのは言うまでもない。

(実施の形態5) 本実施の形態5およびこれ以降に説明する実施の形態6~8に係る回折型光学素子は、上述の反射偏光型の回折型光学素子に関するものである。すなわち、上記実施の形態1~4で説明した透過偏光型の回折型光学素子においては、偏光用の回折光学素子ボタンは、基板の入射光が最初に入射する主面に設けられていたが、以下の実施の形態においては、偏光用の回折光学素子ボタンは、基板の入射光が入射する側とは反対側の主面に設けられている点が異なるだけである。そのため、上述の実施の形態と内容的に共通する部分も多く、以下ではできるだけ簡略に説明することにする。

【0057】なお、以下の実施の形態5、6、7、8は、それぞれ上記実施の形態1、2、3、4に対応している。図9は、本実施の形態5に係る反射偏光型の回折型光学素子140の構成を示す縦断面図である。同図に示すように回折型光学素子140は、基板1の主面3側に偏光用の第1の回折光学素子ボタン4が設けられ、主面2の、第1の回折光学素子ボタン4における回折光が直接もしくは基板1内で2回反射して入射する位置に回折光取出し用の第2の回折光学素子ボタン5、6がそれぞれ設けられており、図2に示す実施の形態に対応している。

【0058】基板1の主面2側から入射光L0が垂直に入射すると、基板1の主面3側の第1の回折光学素子ボタン4で反射回折して+1次回折光L2、-1次回折光L3が生じ、前者は直接第2の回折光学素子ボタン5に入射し、後者は、基板1内で2回全反射後、第2の回折

10

20

30

40

50



光学素子ボタン6に入射する。それぞれの第2の回折光学素子ボタン5、6における-1次回折光L22、-1次回折光L32の主面3の境界面への入射角は、上記透過偏光型の回折型光学素子の実施の形態で説明したのと同様に、全反射条件における臨界角未満となるため、主面3から外部に出射することができる。

【0059】本実施の形態のように反射偏光型の構成にすることにより、0次回折光L1と、+1次回折光L2、-1次回折光L3を基板1の同じ側から取り出すことができる。なお、このような反射偏光型の回折型光学素子においても、偏光用の回折光学素子ボタンにおける回折角 $\theta$ が $90^\circ$ 以上となることはあり得ないから、上記式3より、 $\{(\lambda/n)/\Lambda\} < 1$ でなければならない（ $n$ は基板1の屈折率）。これより $(\lambda/n) < \Lambda$ となり、結局、この場合においても偏光用の回折光学素子ボタンのボタンピッチ $\Lambda$ は、 $\lambda/n < \Lambda \leq \lambda$ の不等式を満たす範囲内に限られる。

【0060】ここで、図10(a)に示すように、第2の回折光学素子ボタン6で反射回折した-1次回折光L22が入射される主面3の位置に金属や多層誘電体からなる反射膜13をスパッタリングなどで形成することにより、当該-1次回折光L22を主面2側から外部へ取り出すこともできる。また、図10(b)に示すように、入射光L0が第1の回折光学素子ボタン4に垂直方向に入射すると共に第2の回折光学素子ボタン5、6のボタンピッチを第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチと同じピッチとすることにより、第2の回折光学素子ボタン5、6で反射回折した-1次回折光L22は、第1の回折光学素子ボタン4での回折角と同じだけ回折効果を与えるため基板1の主面3に対して垂直方向に出射することとなるので、入射光L0の主光線方向と平行な方向に取り出すことができ、実施の形態1における図3(b)の場合と同様、光学的に扱いやすい素子が得られる。

【0061】(実施の形態6)図11は、本実施の形態6に係る回折型光学素子150の構成を示す断面図である。同図に示すように当該回折型光学素子150は、回折光取出し用の第2の回折光学素子ボタン5、6が、偏光用の第1の回折光学素子ボタン4と同じ基板1の主面3側に設けられている点に特徴があり、上述の図4に示す実施の形態に対応している。

【0062】この構成によっても、第2の回折光学素子ボタン5、6を、第1の回折光学素子ボタン4による+1次回折光L2、-1次回折光L3が入射する適当な位置に設けることにより、図4の場合と同様に回折光を基板1の外部に取り出すことができる。なお、本実施の形態では、第2の回折光学素子ボタン5は、第1の回折光学素子ボタン4での+1次回折光L2が基板1内で1回反射した後に入射する位置に設けられ、第3の回折光学素子ボタン6は、第1の回折光学素子ボタン4での-1次

回折光L3が基板1内で3回反射した後に入射する位置に設けられているが、それぞれ5回以上の奇数回全反射した位置に設けてもよい。

【0063】ここで、図12(a)に示すように、第2の回折光学素子ボタン5で反射回折した-1次回折光L22が入射される基板1の主面2上の位置に金属や多層誘電体からなる反射膜14を設けることにより、当該-1次回折光L22が反射膜14で反射されて主面3側から外部へ取り出すことができる。また、図12(b)に示すように、入射光L0が第1の回折光学素子ボタン4に垂直方向に入射するとともに第2の回折光学素子ボタン5、6のボタンピッチを第1の回折光学素子ボタン4のボタンピッチと同じピッチとすることにより、第2の回折光学素子ボタン5、6で反射回折した-1次回折光L22、L32は、第1の回折光学素子ボタン4での回折角と同じだけ回折効果が与えられ、入射光L0の主光線方向と平行な方向に取り出すことができる。

【0064】(実施の形態7)図13は、本発明の実施の形態7に係る回折型光学素子160の構成を示す縦断面図である。同図に示すように回折型光学素子160は、基板1の主面3側に第1の回折光学素子ボタン4が設けられており、その両側の、第1の回折光学素子ボタン4で反射回折した回折光が基板面で1回全反射して入射する位置に、断面が鋸歯形状となる第2の回折光学素子ボタン15、16が設けられており、上述の図6で示した実施の形態に対応する。

【0065】図14は、第2の回折光学素子ボタン16の1個の三角凹部の形状を示す拡大図である。三角凹部の斜面部17に入射する回折光の入射角が、 $\theta - \theta_b$ となり、この $\theta_b$ を適当な大きさにすることにより、全反射の臨界角以下となって基板外部に出射することができる。なお、鋸歯形状の第2の回折光学素子ボタン15、16を、第1の回折光学素子ボタン4による回折光が基板1内で3回以上の奇数回反射したのちに入射する位置に設けても同様な効果を得られる。

【0066】(実施の形態8)図15(a)は、本実施の形態8の回折型光学素子170の構成を示す断面図であり、図15(b)は回折型光学素子170の平面図である。この回折型光学素子170は、基板1の主面3側に偏光用の第1の回折光学素子ボタン4が設けられ、基板1の主面2側の、第1の回折光学素子ボタン4で反射回折した回折光が入射する部分に曲線形状群からなる第2の回折光学素子ボタン18が設けられており、上述の図8(a)、(b)で示した実施の形態に対応する。

【0067】曲線形状群からなる第2の回折光学素子ボタン18は、図15(b)の平面図に示すように、あさり貝殻状模様を形成しており、図8(a)同様にコリメータレンズとして作用する。入射光L0が収束光である場合、第1の回折光学素子ボタン4領域で反射回折した+1次回折光L2も収束光となって第2の回折光学素子

ボタン18に入射する。この時、第2の回折光学素子ボタン18は所定のレンズ効果を有する曲線群からなるボタンを有しているので、図15(a)で示すように、例えば第2の回折光学素子ボタン18で回折される一1次回折光L22を平行光束にすることができる。また、回折光学素子ボタンとして凹レンズや凸レンズ等の各種効果を持たせることにより、上記平行光束のほか、発散光束および収束光束等の所望の波面を有する光ビームを取り出すことが可能となる。

【0068】なお、この曲線形状群からなるボタンを有する第2の回折光学素子ボタン18を基板1の主面3側の、第1の回折光学素子ボタン4で反射回折した回折光が基板面で1回もしくは複数回全反射して入射する部分に設けても同様の効果が得られるのは言うまでもない。

(実施の形態9)次に、上述のような偏光性を有する回折型光学素子100を利用した、光磁気ディスク用の光ピックアップの構成について説明するが、その前提として、まず、従来の光ピックアップの構成および記録信号の検出原理について簡単に説明しておく。

【0069】図16は、従来の光ピックアップの構成の一例を示す図である。当該光ピックアップは、レーザダイオード401、コリメータレンズ402、ビーム整形プリズム403、偏光ビームスプリッタ404、対物レンズ405および戻り光検出部410などを有する。また、戻り光検出部410は、第1ハーフプリズム411、第2ハーフプリズム413、ナイフエッジ414、偏光ビームスプリッタ417、フォトセンサPD1〜PD4などを備える。

【0070】レーザダイオード401から出射されたレーザ光は、コリメータレンズ402で平行光に変えられた後、ビーム整形プリズム403を介してその光束の横断面形状がほぼ円形になるように整えられ、偏光ビームスプリッタ404に入射される。偏光ビームスプリッタ404は、S偏光の反射率が、100%に設定され、P偏光の透過率が、40%〜60%になるように設定されており、レーザダイオード401から出射されるレーザ光はP偏光なので、およそ半分の光量のレーザビームが、偏光ビームスプリッタ404を透過して対物レンズ405を介して光磁気ディスク450の情報記録面451上に集光される。情報記録面451で反射した戻り光は、逆進して偏光ビームスプリッタ404で反射されて戻り光検出部410方向に進む。

【0071】戻り光検出部410に進んだ戻り光は、第1ハーフプリズム411で2本の光束に分岐され、その直進光は、トラッキングやフォーカスを制御するためのサーボ信号取得用光線となり、第1ハーフプリズム411での反射光は、記録信号検出用光線となる。前者のサーボ信号取得用光線は、集光レンズ412により収束光にされた後、第2ハーフプリズム413で2つに分岐され、そのうち直進光は、上半分をナイフエッジ414で

遮られて2分割のフォトセンサPD1のセンサ面に入射し、公知のナイフエッジ法によりフォーカス誤差量が検出される。また、第2ハーフプリズム413により下方に反射された光線は、2分割フォトセンサPD2に入射して、公知のプッシュプル法によりトラッキング誤差量が検出される。これにより得られた2種のサーボ信号により、磁気コイルと磁石とからなる不図示の駆動機構が駆動されて、フォーカス調整とトラッキング調整がなされ、情報記録面451上の記録情報を正確に取得できるように構成される。

【0072】一方、第1ハーフプリズム411で下方に反射された戻り光をフォトセンサPD3、PD4で検出することにより記録信号が検出される。周知の通り、光磁気ディスク450の情報記録面451からの戻り光の偏光方向は、カー効果により所定角度(カー回転角)だけ回転しているので、第1ハーフプリズム411で下方に反射して得られた信号検出用光線は、 $\lambda/2$ 波長板415により上記カー回転角だけ偏光方向がずれた光線を後段の偏光ビームスプリッタ417で一番分離しやすい偏光方向となるように調整された後、集光レンズ416により収束光に変えられ、偏光ビームスプリッタ417よりP偏光とS偏光に分離される。この分離された光線は、それぞれフォトセンサPD3、フォトセンサPD4により検出され、両検出値の差を求めることによりノイズを相殺した高精度の記録信号を得ることが可能となる。

【0073】しかしながら、図16に示すような従来の光ピックアップの構成では、戻り光検出部410における部品点数が多く、部品コストおよび組立コストの双方が高くなると共に、プリズム状のビームスプリッタが比較的大きいため偏光小型化が困難であるという問題を有している。そこで、本願発明者らは、本発明に係る回折型光学素子を利用して、より小型化された光ピックアップを発明した。

【0074】図17(a)は、当該光ピックアップの構成を示す図である。レーザダイオード401、コリメータレンズ402、ビーム整形プリズム403、偏光ビームスプリッタ404および対物レンズ405は、図16で示した光ピックアップと同じであるが、戻り光検出部420の構成が大きく異なる。レーザダイオード401から射出されて情報記録面451で反射した戻り光が、偏光ビームスプリッタ404内部の境界面で反射されて戻り光検出部420方向に光路を変更する。この戻り光検出部420は、集光レンズ421、回折型光学素子422、平板ガラス427、フォトセンサユニット426を備えており、偏光ビームスプリッタ404から反射されてきた戻り光は、まず、集光レンズ421で収束光に変えられた後、回折型光学素子422に入射される。

【0075】回折型光学素子422は、既述の反射偏光型の回折型光学素子の構成を有し、戻り光の入射面と反

対側の面には、ボタンピッチが入射光の波長 $\lambda$ 以下の第1の回折光学素子ボタン423が設けられ、入射面側の、第1の回折光学素子ボタン423による+1次回折光L2、-1次回折光L3の入射位置には、それぞれ、波長 $\lambda$ より大きなボタンピッチを有する第2の回折光学素子ボタン424、425が、戻り光の主光線に対して対称的な位置に設けられている。

【0076】この回折型光学素子422に入射した戻り光は、第1の回折光学素子ボタン423の回折効果により、0次回折光L1と+1次回折光L2、-1次回折光L3に分離されるが、第1の回折光学素子ボタン423の偏光性により、0次回折光L1は、P偏光となり、+1次回折光L2、-1次回折光L3は共にS偏光となるように設定されている。

【0077】このような特性を有する第1の回折光学素子ボタン423は、例えば、ガラス基板の屈折率が2.4の場合に、当該ボタンの格子の深さを入射光の波長の0.3~0.35倍とし、ボタンピッチが入射光の波長の0.72~0.74倍とすることにより得られることが実験により確認されており、これ以外でも、ガラス基板の屈折率に応じて、格子深さとボタンピッチが実験もしくはコンピュータによるシミュレーションにより適宜求められる。

【0078】一方、第1の回折光学素子ボタン423での+1次回折光L2、-1次回折光L3は、それぞれ第2の回折光学素子ボタン424、425で回折され、それらの-1次回折光L22、L32が、全反射条件を免れて、0次回折光L1と同じ側に射出される。フォトセンサユニット426は、Si基板に、フォトセンサPD11、PD12、PD13を所定の間隔で形成してなり、フォトセンサPD11は、0次回折光L1を検出し、フォトセンサPD12、PD13はそれぞれ-1次回折光L2、L32を検出する。特に、中央のフォトセンサPD11は、図17(b)に示すように独立した4つの検出領域d1~d4を有する4分割フォトセンサとなっている。

【0079】0次回折光L1は、収束光となっているので、1方向に傾けられた平板ガラス427を通過する際に、その入射角によって光路長の変化量に差が生じ、非点収差が発生する。このような非点収差光を4分割フォトセンサPD11で検出し、検出領域d1とd3の出力の和と、検出領域d2とd4の出力の和を比較することにより、公知の非点収差法によるフォーカス誤差量を検出することができる。

【0080】また、仮にトラッキング誤差の生ずる方向が、図の紙面に対して垂直な方向であれば、検出領域d2、d4の出力を比較することにより、上述のブッシュブル法によるトラッキング誤差量を検出することができる。これらの2種類の誤差検出値をサーボ信号として、磁気コイルと磁石で構成される不図示のサーボ機構を駆

動して、フォーカス誤差とトラッキング誤差の修正がなされる。

【0081】また、4分割フォトセンサPD11の検出領域d1~d4の出力値の総和V1と、フォトセンサPD12、PD13の各出力値の和V2の差分V1-V2を求めることにより、ノイズの少ない読取信号の出力を得ることができる。このように、本発明に係る反射偏光型の回折型光学素子を用いることより、図16に示す従来の光ピックアップより部品点数が減少して部品コストが低減されるほか、組立や光学的調整に必要な工数も減少するので、組立コストも低減させることができる。その上、光ピックアップ全体の構成も小型化でき、ひいてはこれを組み込まれる光磁気ディスクプレィヤの小型化にも資することができる。

【0082】(実施の形態10) 図18は、本発明の実施の形態10として、反射偏光型の回折型光学素子を利用した光ピックアップの別の構成を示す図である。本例では、戻り光検出部430は、2つの回折型光学素子431と回折光学素子434を備える。

【0083】回折光学素子431の下側主面に設けられた回折光学素子ボタン432は、P偏光光の何割かを透過するように設計されており、レーザダイオード401から射出されたP偏光のレーザ光は、当該回折型光学素子431を透過した後、コリメータレンズ406で平行光化され、対物レンズ407を介して、光磁気ディスク450の情報記録面451に集光する。

【0084】当該情報記録面451で反射してカー回転角だけ偏光方向が回転した戻り光は、対物レンズ407、コリメータレンズ406を逆進し、回折型光学素子431の回折光学素子ボタン432で反射回折され、その+1次回折光L2が、さらに回折光学素子ボタン433で回折され、その-1次回折光L22が回折型光学素子431外に射出する。

【0085】なお、回折光学素子ボタン433は、図15(b)の回折光学素子ボタン18と同様な曲線形状群のボタンを有しており、その-1次回折光L22は平行光となる。-1次回折光L22は、さらに第2回折型光学素子434の回折光学素子ボタン435に入射し、ここで透過する0次回折光(第1の偏光光:P偏光)と反射回折される+1次回折光(第2の偏光光:S偏光)L222に分離され、+1次回折光L222は、回折光学素子ボタン436でさらに反射回折されて、その-1次回折光L2222が、回折型光学素子434外に射出される。

【0086】フォトセンサユニット439は、4分割フォトセンサPD21とフォトセンサPD22を備える。0次回折光L221は、集光レンズ437および非点収差発生用の平板ガラス438を介して4分割フォトセンサPD21に入射され、図17の場合と同様にして、フォーカス誤差量、トラッキング誤差量の検出が行われる。

【0087】また、フォトセンサPD22には、回折光

10

20

30

40

50

光学素子ボタン436における-1次回折光L2222が入射され、このセンサの出力値と4分割フォトセンサPD21の出力値との差分から、光磁気ディスク450の情報記録面451の読取信号が得られる。なお、-1次回折光L22が収束光となるようにボタン433の形状を設計しておけば、集光レンズ437を省略することができ、さらに非点収差となるように設計すれば、平板ガラス438も省略可能である。

【0088】このような図18の光ピックアップの構成によれば、図17の光ピックアップにおける、比較的大きな偏光ビームスプリッタ404を省略できるので、さらに小型化が可能となる。図18における回折型光学素子431と回折型光学素子434は、図19に示すように一体化することができる。すなわち、戻り光検出部430内に、図18の構成における2個の回折型光学素子431、434の代わりに1個の回折型光学素子441を設置する。回折型光学素子441には、上面と下面にそれぞれ2個ずつ回折光学素子ボタンが形成されており、回折光学素子ボタン442、443、444、445が、それぞれ図18の回折光学素子ボタン432、433、435、436に対応するボタン形状で形成されている。その他の構成は、図18と全く同じなので、ここでの説明を省略する。

【0089】このような図19の構成によれば、光ピックアップの部品点数をさらに少なくでき、図17、図18に示したもののよりもさらなる装置の小型化およびコストダウンが可能となる。なお、上記実施の形態9、10では、光記録媒体が光磁気ディスクである場合の記録情報を読取る光ピックアップについて述べたが、本発明は、その他の反射率制御型の光記録媒体（CD（コンパクトディスク）やDVD（デジタル多目的ディスク）などのビット形状ディスクや相変化型ディスク）の記録情報を読み取るための光ピックアップにも適用できる。この場合には、例えば、図18や図19に示した光ピックアップの構成において、フォトセンサPD21の検出値のみを読取信号として採用すればよい。このように本発明における光ピックアップは、信号処理系を変更することにより、光ディスク専用の光ピックアップとしても使用できるし、また、光磁気ディスクと光ディスク両用の光ピックアップとしても使用できる。しかも、上記と同様に小型化やコストダウンなどの効果を享受することができる。

【0090】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明に係る回折型光学素子によれば、第1の回折光学素子ボタンのボタンピッチを入射光の波長以下としているので、当該回折光学素子ボタンに偏光性を持たせることができる。そして、第2の回折光学素子ボタンによって、上記第1の回折光学素子ボタンによる回折光を反射回折させているので、これにより全反射条件に服さない回折光を生じ

させることができ、当該回折光を基板外に取り出すことが可能となる。

【0091】また、上記構成を有する回折型光学素子は、薄い基板に所定のボタンを形成するだけなので、比較的小型に形成でき、これを光ピックアップの偏光ビームスプリッタとして使用することにより、当該光ピックアップ自体の小型化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る回折型光学素子の外観斜視図である。

【図2】上記実施の形態1に係る回折型光学素子の縦断面図である。

【図3】(a)は、上記実施の形態1で反射膜を備えた回折型光学素子の縦断面図であり、(b)は、上記実施の形態1における各回折光学素子ボタンのボタンピッチが等しいときの回折光の進路を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態2に係る回折型光学素子の縦断面図である。

【図5】(a)は、上記実施の形態2で反射膜を備えた回折型光学素子の縦断面図であり、(b)は、上記実施の形態2において、各回折光学素子ボタンのボタンピッチが等しいときの回折光の進路を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態3に係る回折型光学素子の縦断面図である。

【図7】上記実施の形態3に係る回折型光学素子の拡大要部断面図である。

【図8】(a)は、本発明の実施の形態4に係る回折型光学素子の縦断面図であり、(b)は、当該回折型光学素子の平面図である。

【図9】実施の形態5に係る回折型光学素子の縦断面図である。

【図10】(a)は、上記実施の形態5で反射膜を備えた回折型光学素子の縦断面図であり、(b)は、上記実施の形態5における各回折光学素子ボタンのボタンピッチが等しいときの回折光の進路を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態6に係る回折型光学素子の断面図である。

【図12】(a)は、上記実施の形態6で反射膜を備えた回折型光学素子の断面図であり、(b)は、上記実施の形態6において、各回折光学素子ボタンのボタンピッチが等しいときの回折光の進路を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態7に係る回折型光学素子の縦断面図である。

【図14】上記実施の形態7に係る回折型光学素子の拡大要部断面図である。

【図15】(a)は、本発明の実施の形態8に係る回折型光学素子の断面図であり、(b)は、当該回折型光学素子の平面図である。

【図16】従来の光磁気ピックアップの構成を示す図である。

23

【図 17】本発明に係る光磁気ピックアップの実施の形態を示す図である。

【図 18】本発明に係る光磁気ピックアップの別の実施の形態を示す図である。

【図 19】本発明に係る光磁気ピックアップのさらに別の実施の形態を示す図である。

【図20】従来の回折型光学素子の縦断面図である。

【図 21】従来の別の回折型光学素子の縦断面図である。

【図22】図20の回折型光学素子において、光学回折素子バタンのピッチを入射光の波長以下にした場合における回折光の進路を示す図である。

【図23】図21の回折型光学素子において、光学回折素子バタンのピッチを入射光の波長以下にした場合における回折光の進路を示す図である。

【符号の説明】

1 基板  
2、3 主面  
4、4 2 3、4 3 2、4 3 5 第1の回折光学素子ボタン

**\*20**

24

\* 5, 6, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 424,  
425, 433, 436, 443, 445 第2の回  
折光学素子ボタン

7. 8. 13. 14 反射膜

11. 17 斜面部

100, 110, 120, 130, 140, 150, 1

70, 200, 210, 300, 310, 422, 43

### 1, 4 3 4, 4 4 1 回折型光学素子

401 レーザダイオード

402, 406      コリメータレンズ

403 ビーム整形プリズム

404, 417 偏光ビームスプリッタ

405, 407 対物レンズ

410, 420, 430 光検出部

4 1 2, 4 1 6, 4 2 1, 4 3 7      集光レンズ

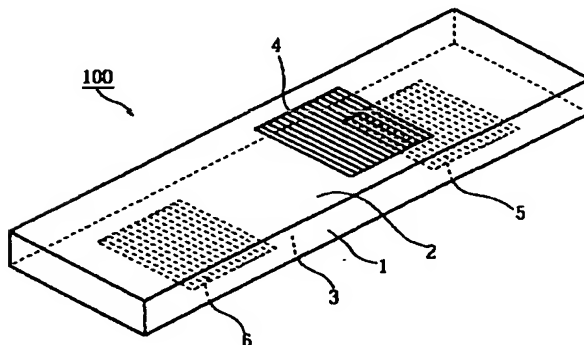
426, 439      フォトセンサユニット

4 2 7, 4 3 8      平板ガラス

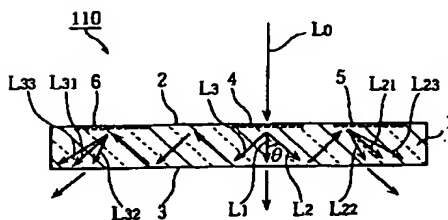
450 光磁気ディスク

451 情報記録面

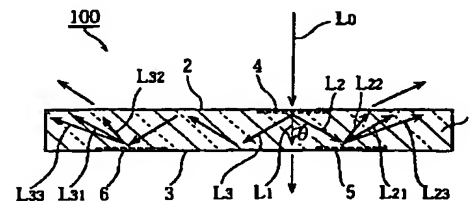
【圖 1】



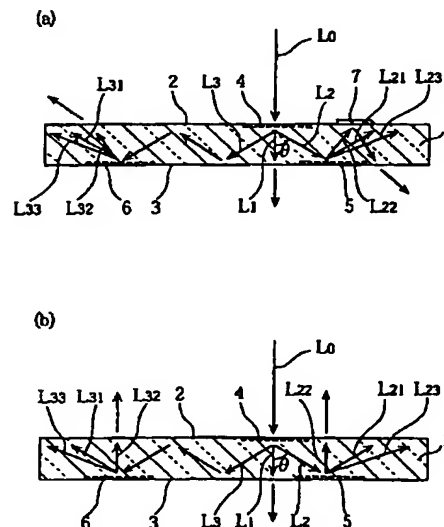
【圖4】



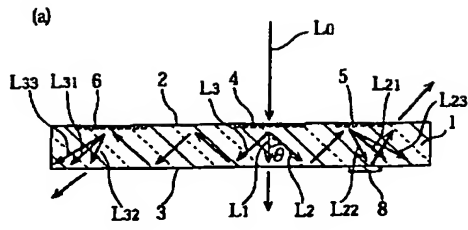
【図2】



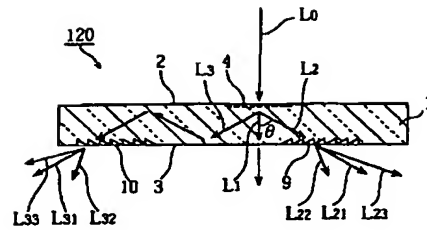
【圖 3】



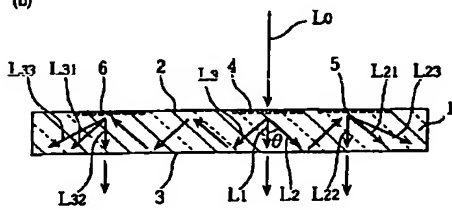
【図5】



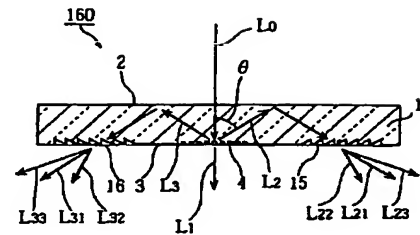
【図6】



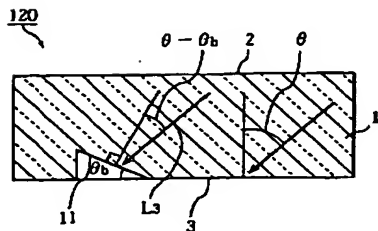
(b)



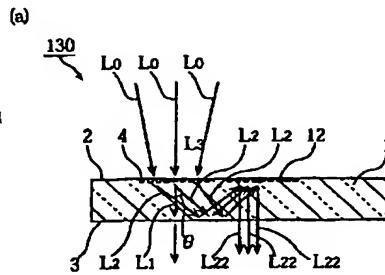
【図13】



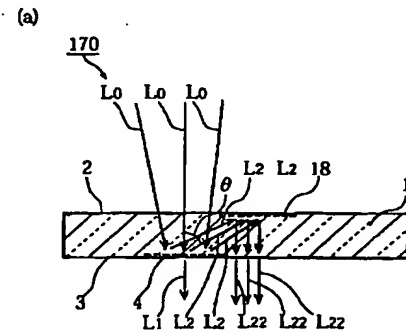
【図7】



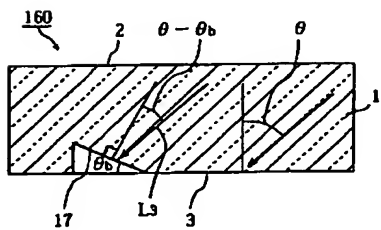
【図8】



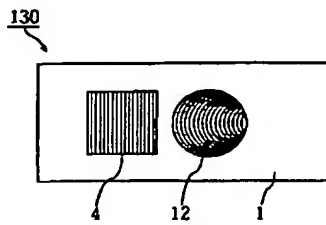
【図15】



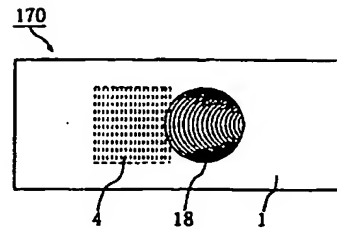
【図14】



(b)

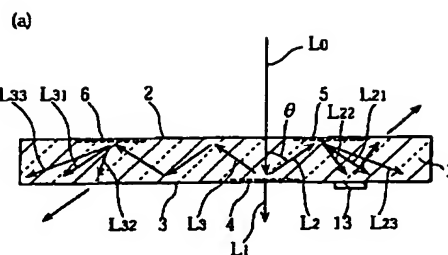


(b)

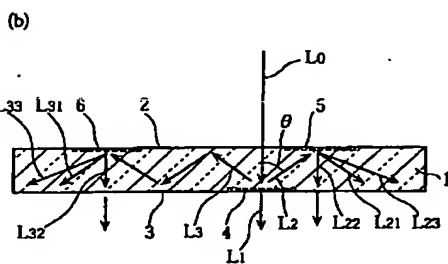
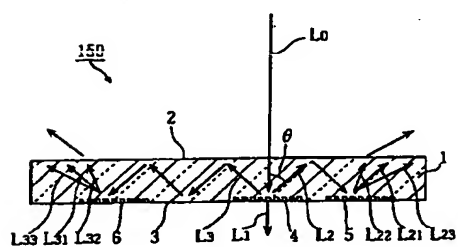




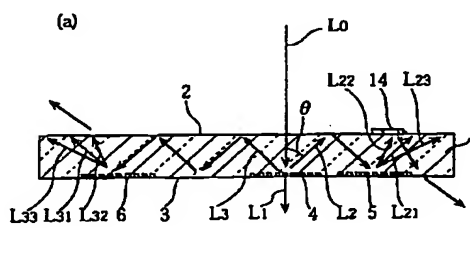
【図 10】



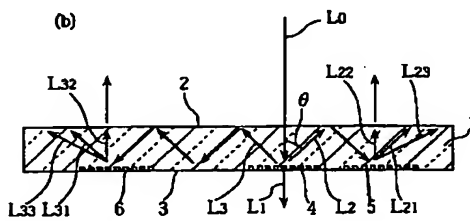
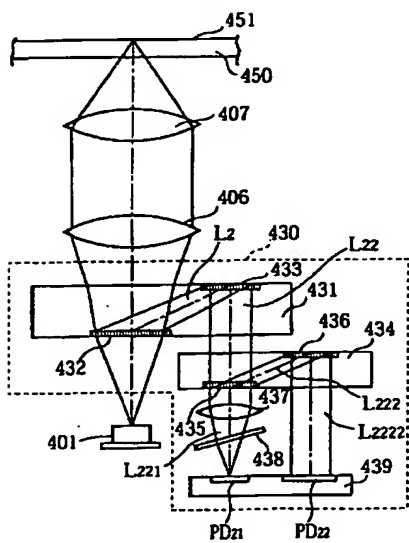
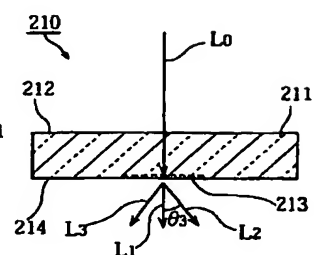
【圖 11】



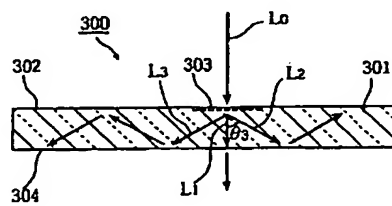
【圖 12】



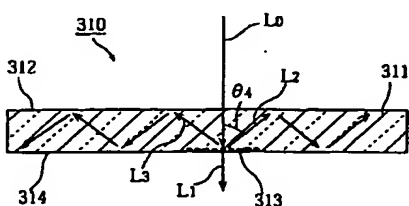
【圖21】



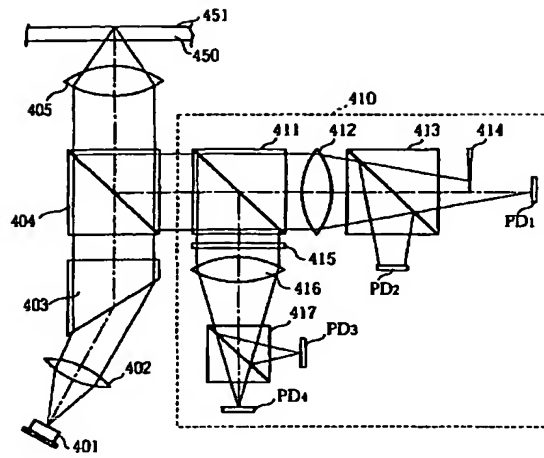
【圖 22】



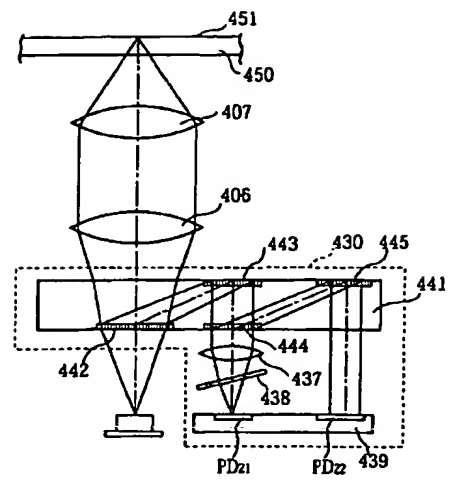
【圖 23】



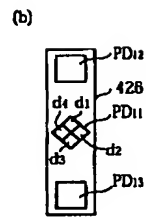
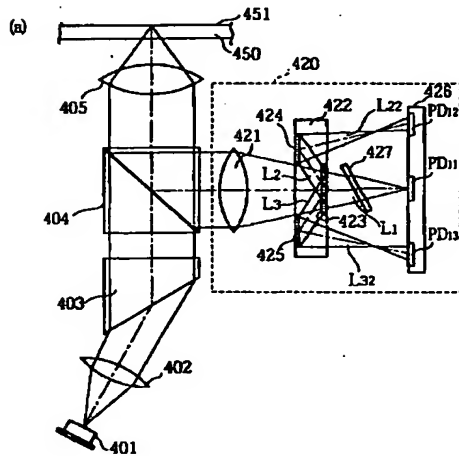
【図16】



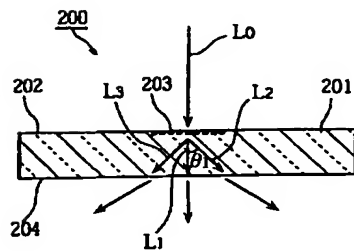
【図19】



【図17】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 11/105	5 5 1	G 1 1 B 11/105	5 5 1 N
(72)発明者 井島 新一 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業 株式会社内		(72)発明者 吉川 昭男 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業 株式会社内	
		(72)発明者 塩野 照弘 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業 株式会社内	